

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
1 février 2001 (01.02.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/07854 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: **F28D 9/00**,  
F28F 3/14

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*):  
**ZIEPACK** [FR/FR]; 1 place de la Coupole, Tour Fram-  
atome, F-92400 Courbevoie (FR).

(21) Numéro de la demande internationale:  
PCT/FR00/02153

(72) Inventeurs; et  
(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*): **GUIDAT**,  
**Roland** [FR/FR]; 10 rue de Lorraine, F-54000 Nancy  
(FR). **CLAUDEL, Michel** [FR/FR]; 15 rue Saint-Nicolas,  
F-57400 Sarrebourg (FR). **NOEL, Florent** [FR/FR]; 7 rue  
du Ruisseau, F-67260 Harskirchen (FR).

(22) Date de dépôt international: 26 juillet 2000 (26.07.2000)

(25) Langue de dépôt: français

(26) Langue de publication: français

(74) Mandataires: **PONTET, Bernard** etc.; Pontet Allano &  
Associés S.E.L.A.R.L., 25, rue Jean-Rostand, Parc-Club  
Orsay-Université, F-91893 Orsay Cedex (FR).

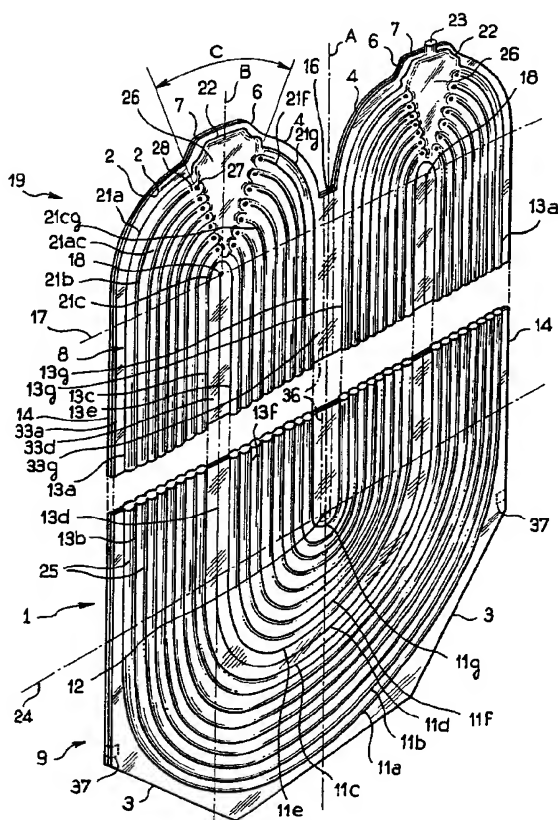
(30) Données relatives à la priorité:  
99/09706 27 juillet 1999 (27.07.1999) FR

(81) États désignés (*national*): JP, US.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: HEAT EXCHANGER AND RELATED EXCHANGE MODULE

(54) Titre: ECHANGEUR DE CHALEUR ET MODULE D'ÉCHANGE S'Y RAPPORTANT



(57) Abstract: The invention concerns a module consisting of two metal sheets (2) assembled by weld seams (11a to 11g, 13a to 13g, 21a to 21g) defining between them channels extending between two distribution chambers (26). The module is produced by hydroforming by injecting a liquid through a hydroforming nozzle (23). The process for transforming the hydroforming blank (1) into an operational module consists in cutting off the ends of the modules to open the distribution chambers (26). The channels have a generally U-shape configuration and they converge towards each distribution chamber (26) while preserving a constant width. The invention enables to reduce to a minimum pressure loss and optimise the space requirement of the exchanger, its mechanical strength in the distribution chamber zone, and the distribution of fluid in the various channels.

(57) Abrégé: Le module est constitué de deux tôles (2) réunies par des cordons de soudure (11a à 11g, 13a à 13g, 21a à 21g) définissant entre eux des canaux s'étendant entre deux chambres de répartition (26). Le module est réalisé par hydroformage en injectant un liquide par un embout d'hydroformage (23). Pour passer de l'ébauche d'hydroformage (1) à un module opérationnel, on sectionne les extrémités du module pour ouvrir les chambres de répartition (26). Les canaux ont une configuration générale en U. Ils convergent vers chaque chambre de répartition (26) tout en conservant une largeur constante. Utilisation pour minimiser les pertes de charge et, optimiser l'encombrement de l'échangeur, la résistance mécanique dans la zone de la chambre de répartition, et la distribution du fluide dans les différents canaux.



WO 01/07854 A1



**(84) États désignés (régional):** brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée:**

- *Avec rapport de recherche internationale.*
- *Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.*

- 1 -

DESCRIPTION

"Echangeur de chaleur et module d'échange s'y rapportant"

La présente invention concerne un module d'échange thermique destiné à faire partie du faisceau thermiquement  
5 actif d'un échangeur de chaleur.

La présente invention concerne encore un échangeur de chaleur équipé d'un tel module.

Le WO-A-98/16 786 décrit un échangeur dont le faisceau est constitué par un empilement de modules bi-plaques. Chaque  
10 module est constitué de deux tôles définissant entre-elles une série de canaux longitudinaux et parallèles conduisant un premier fluide d'échange d'une extrémité à l'autre des modules. Le procédé de réalisation de tels modules consiste à souder au  
15 laser deux tôles planes selon des lignes longitudinales et parallèles destinées à former les séparations entre les canaux. Une soudure périphérique ferme l'espace entre les deux tôles à l'exception d'un embout d'injection d'eau sous pression. On forme le module en injectant de l'eau sous pression entre les deux plaques de manière à produire un gonflement des deux tôles  
20 entre les cordons de soudure.

Les modules ainsi réalisés sont empilés de manière que les surfaces extérieures des modules voisins soient appuyées les unes contre les autres le long des crêtes des canaux. Il se forme ainsi entre les modules d'autres canaux prévus pour la  
25 circulation du second fluide d'échange, en général à contre-courant par rapport au premier fluide d'échange.

Cet échangeur connu est très performant car il procure pour les deux fluides d'échange les avantages de la circulation dans des canaux quasi-tubulaires, en particulier avec une perte  
30 de charge réduite.

De tels échangeurs sont utilisables en particulier dans des applications où les débits sont très élevés, en particulier dans les raffineries de pétrole, en particulier pour qu'un fluide pétrolier entrant dans un appareil de traitement soit  
35 préalablement réchauffé avec de la chaleur fournie par le fluide venant de subir le traitement, de manière que le coût thermique du traitement se limite à l'apport d'un simple

-2-

complément. De tels échangeurs peuvent avoir une taille considérable, de l'ordre de 15 à 20 mètres de hauteur, la circulation des fluides s'effectuant dans le sens vertical pour économiser de la surface au sol.

5 Une construction d'une telle hauteur entraîne des coûts structurels élevés, pour la stabilité mécanique, l'isolation thermique vis à vis de l'extérieur, et les raccordements de fluide.

10 Le but de l'invention est de permettre la réalisation d'échangeurs de chaleur beaucoup plus compacts tout en étant aussi performants.

Suivant l'invention, le module d'échange thermique comprenant deux tôles soudées selon des lignes de soudure définissant entre-elles un groupe de canaux disposés côte à  
15 côte sensiblement dans un plan commun, destinés à être parcourus par un fluide d'échange en étant fluidiquement en parallèle les uns avec les autres entre deux orifices de raccordement du module, est caractérisé en ce que le groupe de canaux présente une configuration générale en U, qui relie l'un  
20 à l'autre lesdits orifices de raccordement écartés latéralement l'un de l'autre.

Pour une même longueur développée des canaux, le module suivant l'invention est deux fois moins long et permet donc, par exemple dans une application verticale, de réaliser une  
25 tour d'échange à peu près deux fois moins haute. Par rapport à une telle économie de hauteur, l'encombrement au sol un peu accru est un inconvénient négligeable. On constate même que la tour, étant à la fois moins haute et de plus grande surface de base, est par conséquent beaucoup plus trapue donc  
30 naturellement stable sur le plan mécanique.

Les avantages de l'invention ne sont pas limités aux échangeurs de type en tour. Par exemple, un échangeur selon l'invention est particulièrement avantageux lorsque le second fluide circule entre les modules transversalement aux branches  
35 du U. Grâce à l'invention, chaque filet de l'un des fluides d'échange rencontre deux fois de suite, et non plus une seule fois, le trajet suivi par un filet de l'autre fluide d'échange.

- 3 -

L'invention n'est pas limitée à une configuration en simple U. On peut concevoir que les canaux se prolongent par une troisième branche longitudinale se raccordant à l'une des deux précédentes par un deuxième virage à 180° en sens contraire du premier, et ainsi de suite.

Lorsque le nombre de branches est pair, et en particulier lorsqu'il est égal à deux, l'un des avantages importants qui est obtenu est que tous les raccordements fluidiques sont regroupés à l'une des extrémités de l'échangeur. En particulier, dans la disposition en tour, tous les raccordements fluidiques peuvent être regroupés à la base de la tour. Ceci simplifie la réalisation de l'échangeur et en réduit le coût.

Un aspect important de la présente invention consiste également à avoir amélioré le trajet du premier fluide d'échange à chacune de ses extrémités dans les modules. La difficulté est de distribuer aussi équitablement que possible le premier fluide d'échange sans former à l'extrémité des canaux une zone qui serait mécaniquement instable, par exemple peu résistante à la pression, ou au contraire mécaniquement trop stable et qui empêcherait par exemple, pendant l'hydroformage, le gonflement correct des canaux au voisinage de leurs extrémités.

Suivant cet aspect de l'invention, le module d'échange thermique comprenant deux tôles soudées selon des lignes de soudure définissant entre-elles un groupe de canaux disposés côte à côte sensiblement dans un plan commun, destinés à être parcourus par un fluide d'échange en étant fluidiquement en parallèle les uns avec les autres entre deux orifices de raccordement du module, est caractérisé en ce qu'à partir d'une région longitudinale les canaux présentent une région convergente qui s'incurve vers une chambre de répartition faisant communiquer une première extrémité des canaux avec l'un respectif des deux orifices de raccordement du module avec l'extérieur.

Ainsi, les canaux convergent vers la chambre de répartition. Ceci permet de réduire la taille de la chambre de

- 4 -

répartition et de réduire ainsi les problèmes mécaniques qu'elle est susceptible de poser. En même temps, la convergence précitée contribue à l'équité de répartition des débit. La chambre de répartition est bordée par des ouvertures de canaux sur une grande partie de son pourtour, ce qui contribue à son bon formage et à une bonne stabilité de sa forme.

Il est particulièrement avantageux que les régions convergentes des canaux suivent un tracé en forme de segment de cercle, tous les segments de cercle ayant de préférence sensiblement même centre.

D'une manière générale, l'un des aspects innovants très significatif de la présente invention, que l'on retrouve aussi bien dans le mode de réalisation préféré du virage du U que dans le mode de réalisation préféré de la zone d'extrémité des canaux, est la réalisation de cordons de soudure curvilignes, préférentiellement circulaires, permettant de réaliser des canaux eux-mêmes curvilignes et préférentiellement circulaires, par hydroformage, ayant une section sensiblement conservée.

L'une des difficultés de l'hydroformage est que, lors du gonflement, certaines zones constituent des raidisseurs empêchant la bonne déformation d'autres zones. De façon surprenante, les canaux circulaires n'ont pas fait apparaître un tel phénomène de manière désavantageuse. On a même relevé un avantage particulier : les canaux devant effectuer un virage selon un très petit rayon se gonflent moins bien que les canaux effectuant un virage plus grand, ce qui compense automatiquement le fait que le fluide parcourant les canaux de plus grand rayon a un trajet plus long à effectuer. L'effet est inverse pour les canaux réservés au second fluide d'échange circulant entre les modules, mais cela n'est pas gênant si la disposition relative des modules permet au second fluide de passer d'un canal à l'autre.

Suivant un second aspect de l'invention, l'échangeur de chaleur est caractérisé en ce qu'il comprend :

- un empilement de modules d'échange thermique selon le premier aspect, installés dans une gaine de façon que les extrémités des configurations en U soient dirigées d'un même

- 5 -

côté de l'empilement, ces modules définissant entre eux à l'intérieur de la gaine des passages pour un deuxième fluide d'échange;

5       - des premiers moyens de raccordement pour raccorder les orifices de raccordement des modules avec un premier circuit extérieur et;

      - des seconds moyens de raccordement pour raccorder lesdits passages avec un second circuit extérieur.

10       D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront encore de la description ci-après, relative à des exemples non-limitatifs.

      Au dessins annexés :

15       - la figure 1 est une vue en perspective d'un module selon l'invention, avec arrachement central, à un stade intermédiaire de fabrication;

      - la figure 2 est une demi-vue en plan d'une partie du module de la figure 1;

      - la figure 3 est une vue en coupe suivant III-III de la figure 2, pendant l'hydroformage;

20       - la figure 4 est une vue en coupe suivant IV-IV de la figure 3;

      - la figure 5 est une vue partielle éclatée illustrant l'assemblage des modules pour former le faisceau;

25       - la figure 6 est une vue partielle après ledit assemblage;

      - la figure 7 est une vue de détail en perspective, avec arrachements, illustrant le calage entre les modules dans le faisceau;

30       - la figure 8 est une vue en perspective de plusieurs modules empilés dans le faisceau, avec arrachements;

      - les figures 9 et 10 sont des vues en coupe suivant IX-IX et respectivement III-III de la figure 2, après empilement des modules;

35       - la figure 11 est une vue en coupe longitudinale de l'échangeur dans une position de service;

- 6 -

- la figure 12 est une vue en perspective éclatée, avec arrachements, montrant l'échangeur, en position inversée pour plus de clarté;

5 - la figure 13 est une vue en perspective partielle illustrant la suspension du faisceau;

- la figure 14 est une vue partielle en perspective, avec arrachements, illustrant des moyens de positionnement des modules transversalement à leur propre plan;

10 - la figure 15 est une vue en coupe suivant XV-XV de la figure 16;

- la figure 16 est une vue analogue à la figure 2 mais relative à un second mode de réalisation;

- la figure 17 est une vue analogue à la figure 3 mais prise suivant XVII-XVII de la figure 16;

15 - la figure 18 est une vue en coupe suivant XVIII-XVIII de la figure 17,

- la figure 19 est une vue en coupe suivant XVII-XVII de la figure 16 après empilement des modules;

20 - la figure 20 est une vue partielle en perspective montrant un troisième mode de réalisation d'un module au voisinage de l'orifice de raccordement;

- la figure 21 est une vue en perspective partielle des moyens de raccordement d'un faisceau équipé de modules selon la figure 20;

25 - la figure 22 est un schéma général de l'échangeur équipé d'un tel faisceau;

- la figure 23 est une vue en perspective illustrant une variante pour les barrettes de la figure 21;

30 - la figure 24 est une vue générale pour une variante d'implantation de l'échangeur; et

- la figure 25 est une vue en perspective illustrant une variante de la figure 21.

35 Dans l'exemple représenté aux figures 1 à 14, un module d'échange de chaleur 1 (figure 1) est obtenu par soudage laser de deux tôles métalliques 2 initialement planes, découpées suivant un contour identique. Le contour des tôles 2 a une forme très généralement rectangulaire dont la longueur



- 7 -

correspond à la direction verticale de la figure 1. A une extrémité arrière 9 de cette longueur, chaque angle du contour des tôles 2 présente un chanfrein 3. A l'autre extrémité 19 de sa longueur, ou "tête de module", le contour forme deux dômes 4 de forme générale semi-circulaire disposés côte à côte, prolongés chacun par une saillie 6 en forme générale de trapèze, dont le sommet 7 correspond à la petite base du trapèze.

La largeur des tôles 2 peut aller par exemple de 100 à 1600 mm. La longueur des tôles n'est limitée que par la dimension des moyens disponibles pour limiter l'expansion en épaisseur pendant l'opération d'hydroformage qui sera décrite plus loin. En pratique, des tôles de 10 mètres et plus sont possibles. Toutefois, grâce au progrès en compacité rendu possible par l'invention comme il a été exposé plus haut, des tôles d'une longueur de par exemple 8 mètres permettent déjà des performances d'échange considérables, en termes de puissance calorifique transférée.

L'épaisseur des tôles peut aller de 0,2 à 1,5 mm. Elle est donc très faible pour des raisons d'ordre économique ainsi que thermique.

Les deux tôles 2 sont soudées l'une contre l'autre de manière que leur contour soit en coïncidence. Le soudage est réalisé au laser. Cette technique connue permet de souder les tôles l'une à l'autre à distance de leurs bords au moyen d'un faisceau traversant les tôles en provoquant leur fusion localisée dans la masse et l'interpénétration réciproque du métal constituant les deux tôles.

Les deux tôles sont ainsi réunies l'une à l'autre par un cordon de soudure périphérique 8 qui suit d'une manière générale le contour extérieur des deux tôles à une distance de quelques centimètres en-deçà dudit contour. Le cordon périphérique 8 forme ainsi un U extérieur continu comprenant deux tronçons longitudinaux 13a qui sont parallèles entre eux, longent chacun l'un respectif des bords longitudinaux 14 du contour des tôles, et un cordon semi-circulaire 11a qui longe

- 8 -

le contour de l'extrémité arrière 9 du module et réunit les deux tronçons longitudinaux 13a.

Entre les deux dômes 4, le contour des tôles forme un évidement avec un fond 16 situé par exemple un peu en-deça  
5 d'une ligne 17 parallèle à la largeur des tôles 2 et passant par les centres géométriques 18 des dômes 4. Dans cette zone, le cordon périphérique 8 s'éloigne localement du contour extérieur des tôles et forme plus particulièrement un U intérieur continu comprenant deux cordons longitudinaux  
10 intérieurs 13g parallèles entre eux et aux cordons longitudinaux extérieurs 13a, et un cordon semi-circulaire intérieur 11g. Le cordon 11g a même centre 12 que le cordon semi-circulaire extérieur 11a et raccorde les deux cordons longitudinaux intérieurs 13g. A la tête 19 du module, chaque  
15 cordon longitudinal extérieur 13a et le cordon longitudinal intérieur 13g le plus proche sont réunis l'un à l'autre par un cordon en forme d'arcade comprenant deux segments circulaires appartenant à un même cercle centré sur le centre 18, l'un 21a prolongeant le cordon longitudinal extérieur 13a, l'autre 21g  
20 prolongeant le cordon longitudinal intérieur 13g. Les deux segments 21a et 21g de chaque dôme 4 sont raccordés l'un à l'autre par un cordon de raccordement 22 suivant approximativement le contour du bossage 6. Toutefois, l'un des cordons de raccordement 22 est interrompu en son milieu en un  
25 emplacement où un embout tubulaire 23 est inséré entre les deux tôles 2 pour permettre l'injection d'un fluide d'hydroformage depuis l'extérieur du module jusque dans l'espace situé entre les deux tôles et entouré par le cordon périphérique 8. A part le passage constitué par l'embout 23, le cordon périphérique 8  
30 ferme de manière étanche l'espace qu'il entoure entre les deux tôles 2.

Il y a entre chaque cordon longitudinal extérieur 13a et le cordon longitudinal intérieur 13g le plus proche une série de cordons longitudinaux parallèles et équidistants  
35 s'étendant chacun entre la ligne diamétrale 17 et la ligne diamétrale 24 passant par le centre 12 perpendiculairement aux cordons 13a et 13g. Dans l'exemple représenté, les cordons

longitudinaux sont en nombre impair de chaque côté de l'axe central A. Un cordon longitudinal central 13d s'étend selon un axe longitudinal secondaire B situé à égale distance entre le cordon longitudinal extérieur 13a et le cordon longitudinal  
5 intérieur 13g le plus proche.

Des cordons longitudinaux intermédiaires extérieurs 13b sont situés entre le cordon 13a et l'axe B. Des cordons longitudinaux intermédiaires intérieurs 13f sont situés entre l'axe B et le cordon longitudinal intérieur 13g. On désigne par  
10 13c et 13e les deux cordons longitudinaux intermédiaires adjacents au cordon central 13d, et situés du côté du cordon extérieur 13a et du côté du cordon intérieur 13g respectivement.

A l'extrémité arrière 9 du module, chaque cordon  
15 longitudinal intermédiaire 13b, 13c, 13e, 13f ou central 13d est relié au cordon longitudinal symétrique par rapport à l'axe central A du module par un cordon semi-circulaire 11b, 11c, 11e, 11f ou respectivement 11d concentriques avec les cordons semi-circulaires 11a intérieurs et 11g extérieurs déjà décrits.

Il a donc été formé entre le U extérieur 13a, 11a, 13a et le U intérieur 13g, 11g, 13g déjà décrits, plusieurs cordons continus en U définissant entre eux un groupe de canaux  
20 ayant une configuration en U. Les canaux 25 ont une largeur - ou "pas de succession des canaux" - qui est la même pour tous les canaux et qui est constante le long de tous les canaux.  
25

A la tête 19 du module, les cordons de soudure longitudinaux intermédiaires 13b et 13f sont prolongés par des cordons en forme de segments de cercle 21b et 21f respectivement qui sont centrés en 18 et qui se terminent le  
30 long d'un bord latéral d'une chambre de répartition 26 qui est d'autre part délimitée par le cordon de soudure 22 déjà décrit. Ainsi, les canaux 25 définis entre les cordons de soudure présentent à chaque extrémité du U une région 21ac ou 21cg convergeant vers une chambre de répartition 26 avec laquelle  
35 ils communiquent. Les régions 21ac, comprises entre le cordon extérieur 21a et le cordon intermédiaire 21c, s'incurvent vers l'axe central B de la branche du U et vers l'axe A du module.

- 10 -

Les régions 21cg, comprises entre les cordons 21c et 21g, s'incurvent vers l'axe B en venant de l'autre côté de celui-ci, et en s'écartant de l'axe A. Les régions 21ac débouchent perpendiculairement à travers un côté de la chambre de répartition 26 et les régions 21cg débouchent perpendiculairement à travers un autre côté de la chambre de répartition 26. Les canaux 25 conservent même dans la région convergente 21ac ou 21cg une largeur - ou "pas de succession des canaux" - inchangée par rapport au reste des canaux. Chaque région convergente 21ac suit un tracé sensiblement situé dans le prolongement curviligne de la région convergente 21cg d'un autre canal 25 situé symétriquement par rapport à l'axe B dans le groupe de canaux. De même, chaque cordon curviligne 21b est dans le prolongement curviligne d'un cordon 21f, la chambre de répartition 26 formant une interruption entre ces deux cordons. Par contre, les deux cordons de soudure longitudinaux 13c et 13e situés immédiatement de part et d'autre du cordon central 13d sont reliés l'un avec l'autre de manière continue par un cordon 21c semi-circulaire centré en 18, et le cordon central 13d est terminé en 18 par un point ou "bouton de soudure" destiné à accroître la résistance mécanique de l'extrémité du cordon. Toujours pour des raisons de résistance mécanique de soudure, chaque cordon en forme de segment de cercle 21b ou 21f se termine par un "bouton" de soudure 27 précédé par une interruption 28, voir aussi figure 2. Un tel bouton peut en pratique être constitué par un cordon circulaire ou ovoïde de faible diamètre.

Pour l'hydroformage, on place les deux tôles 2 encore planes entre deux matrices 31 et 32 (figure 3) de forme générale plane avec entre elles une distance libre E correspondant à l'épaisseur extérieure voulue pour les modules dans la région des canaux. Dans la région destinée à correspondre à la chambre de répartition 26 du module, la face intérieure des matrices 31 et 32 présente un bossage 29 destiné à ramener la distance libre entre elles à une valeur "e" plus faible pour la chambre de répartition 26 que pour la région des canaux 25.

- 11 -

L'opération d'hydroformage consiste à injecter un liquide tel que de l'eau sous pression entre les deux tôles 2 à travers l'embout 23. L'eau emprisonnée entre les deux tôles à l'intérieur du contour du cordon périphérique 8 produit un gonflement entre les cordons de soudure ainsi que dans la zone de la chambre de répartition et ceci dans la limite permise par les matrices 31 et 32. Il se forme ainsi d'une part les canaux 25 décrits et d'autre part, à chaque extrémité du U de la configuration du groupe de canaux, une chambre de répartition 26. Les deux chambres 26 communiquent entre elles par chacun des canaux en U définis entre deux cordons de soudure voisins, qui sont ainsi fluidiquement en parallèle entre les chambres de répartition 26. La figure 4 montre en coupe transversale des canaux comment ceux-ci se forment entre les matrices 31 et 32 et entre les cordons de soudure 11, 13 ou 21.

Les régions de tôle situées à l'extérieur du cordon périphérique 8 ainsi qu'entre les deux cordons longitudinaux 13c et 13e et entre les deux cordons semi-circulaires 11c et 11e correspondants ne sont pas soumises à la pression et ne subissent donc aucun gonflement. Elles restent donc planes et adjacentes l'une à l'autre. Ces zones extérieures 33a intermédiaire 33d et intérieure 33g constituent des raidisseurs qui se sont avérés bénéfiques pour la bonne planéité du module après l'hydroformage.

Pour passer de l'ébauche représentée à la figure 1, résultant de l'hydroformage à un module proprement dit prêt à l'assemblage pour constituer un faisceau d'échange, on découpe à la scie ou au jet d'eau le sommet de chaque bossage 6 comme représenté à la figure 2 selon une ligne 34 de manière à ouvrir chaque chambre de répartition 26 et à éliminer l'embout 23. Le module présente ainsi deux orifices de raccordement 38 (figures 5 et 6) situés tous les deux à la tête 19 du module en étant décalés l'un par rapport à l'autre latéralement, c'est à dire parallèlement à la largeur du module. Chaque chambre de répartition 26 a une forme générale triangulaire isocèle, symétrique par rapport à l'axe B. L'orifice de raccordement 38 est formé à travers la base de ce triangle. Les deux côtés du

- 12 -

triangle sont définis chacun par l'alignement des extrémités des régions convergentes 21ac ou 2cg respectivement des canaux 25 et forment ensemble sur l'axe B un angle C inférieur à 60°, de préférence égal à environ 45°, opposé à l'orifice de  
5 raccordement 38. Des cordons de soudure 22a, 22g (figure 5), qui subsistent du cordon 22 initial, s'étendent chacun autour d'une partie de la périphérie de la chambre de répartition 26 entre l'un respectif des cordons de soudure curviligne extrêmes 21a, 21g et une extrémité correspondante de l'orifice de  
10 raccordement 38, qui est de forme allongée. Le cordon de soudure 21c raccordant hermétiquement les deux cordons longitudinaux 13c et 13e ferme la chambre de répartition 26 à son sommet formant l'angle C. A l'intérieur du contour de chaque chambre 26, les deux tôles 2 sont exemptes de liaison  
15 mutuelle, et en particulier de liaison soudée.

Par ailleurs, comme illustré en traits mixtes à la figure 1, on pratique par découpe dans la zone plane intérieure 33g située à l'intérieur du U intérieur 11g, 13g, une entaille 36 suivant l'axe principal A à partir du fond 16 de l'évidement  
20 entre les deux dômes 4 et environ jusqu'au centre 12 du virage des canaux en U à l'extrémité arrière 9 du module.

En outre, on pratique dans les bords longitudinaux 14 au voisinage des biseaux 3 deux encoches de forme générale rectangulaire 37 dans les tôles 2.

25 Les figures 5 et 6 illustrent l'assemblage des modules pour constituer un faisceau. A chaque extrémité du U de la configuration des canaux de chaque module, l'orifice de raccordement 38 formé par la découpe 34 du bossage 6 est emboîté dans des ouvertures de forme correspondante 39 prévues  
30 dans une plaque d'extrémité 41 commune à tous les modules du faisceau à réaliser. Mesurée parallèlement à la largeur des modules, la dimension 42 de la plaque 41 est inférieure à la largeur 43 de chaque bras de U d'un module mesuré entre l'un des bords longitudinaux 14 et l'axe central A. Les orifices de  
35 raccordement 38 sont soudés dans les ouvertures 39, de manière à fixer les modules dans une position relative d'empilement. La géométrie de l'empilement est également définie par des moyens

- 13 -

d'entretoisement pouvant comprendre des cales 44 (figure 7) soudées contre les zones planes extérieure et intérieure 33a, 33g des modules, ou encore contre la zone plane intermédiaire 33d. Ces cales empêchent les modules de se déplacer les uns par rapport aux autres en particulier transversalement à leur propre plan. On utilise encore des cales triangulaires 46 qui sont interposées entre les chambres de répartition 26 voisines pour empêcher, en service, le gonflement des chambres de répartition 26 sous l'effet de la pression régnant en service à l'intérieur des modules, qui est dans la plupart des applications supérieure à celle du fluide d'échange qui circulera entre les modules.

La figure 8 illustre que pour l'exemple représenté, on utilise deux types de modules 101, 102 qui alternent dans l'empilement et qui diffèrent par un décalage des canaux, le décalage étant d'un demi-pas de succession des canaux. Ainsi, notamment les cordons longitudinaux intérieurs 13g des modules 101 sont plus près - d'un demi-pas de succession des canaux - de l'axe A que les cordons 13g des modules 102, et le rayon des cordons semi-circulaires 11g des modules 101 est plus petit - d'un demi-pas de succession des canaux - que les cordons 11g des modules 102. Ainsi, plus généralement, les canaux 25 ont globalement une disposition en quinconce qui est encore illustrée à la figure 9, les crêtes d'ondulation 47 de la face extérieure d'un module étant en regard des creux d'ondulations correspondant aux cordons de soudure 11, 13 ou 21 d'un module adjacent. Avec cette configuration, le trajet 48 prévu pour le second fluide d'échange entre chaque paire de modules adjacents a la forme d'un intervalle continu ondulé. L'entrée ou la sortie du deuxième fluide entre les modules se fait à chaque extrémité du U, respectivement, entre les zones 21ac et 21cg des canaux 25, de part et d'autre des cales triangulaires 46, et sans restriction de section grâce au décalage d'un demi-pas. La figure 10 représente selon la ligne de coupe III-III de la figure 2 l'empilement de deux modules dans la zone des chambres de répartition 26 et du début de certains canaux 25.

- 14 -

Une fois l'empilement de modules constitué, celui-ci est inséré dans une gaine 49 (figures 11 et 12), dont la direction longitudinale correspond à celle des modules 1. La paroi périphérique 52 de la gaine 49 possède un profil intérieur rectangulaire correspondant aussi étroitement que possible au profil extérieur transversal de l'empilement de modules 1 compte-tenu des tolérances de fabrication. La gaine 49 comprend en outre selon l'une des médianes de son profil rectangulaire une cloison médiane 53 destinée à s'insérer aussi étroitement que possible dans l'entaille 36 des modules 1.

A l'extrémité arrière de la gaine 49, qui correspond à l'extrémité arrière 9 des modules, la gaine 49 est fermée par un carter 54 présentant des biseaux 56 destinés à être sensiblement en contact avec les biseaux 3 des modules. D'une manière générale, pour placer le faisceau dans la gaine, on enfille le faisceau par l'arrière de la gaine jusqu'à ce que le fond de l'entaille 36 des modules bute contre le bord arrière de la cloison centrale 53 de la gaine, puis on ferme la gaine 49 grâce au carter 54.

En service (figure 11) l'extrémité arrière 9 des modules et le carter 54 de la gaine sont placés en position haute.

Au sommet de la paroi périphérique 52 sont fixées par soudage deux barrettes opposées 57 (voir aussi figure 13) qui font saillie vers l'intérieur de la gaine et sont engagées dans les encoches 37 des modules. Le faisceau est ainsi suspendu par appui des épaulements 58 formant le bord supérieur des encoches 37 contre la face supérieure des barrettes 57. Les barrettes 57 dépassent également à l'extérieur de la gaine 49 pour reposer sur des consoles 59 fixées contre la face intérieure d'une enceinte cylindrique 61 enfermant le faisceau, la gaine 49 et les moyens de raccordement du faisceau qui vont être décrits.

L'extrémité arrière 9 des modules étant placée en position haute, leurs têtes 19 et avec elles les moyens de raccordement restant à décrire sont regroupés en position basse dans l'extrémité inférieure de l'enceinte 61. Pour le premier fluide d'échange, destiné à circuler à l'intérieur des modules,



- 15 -

les moyens de raccordement comprennent deux boîtes de  
raccordement 62 (figure 12) de forme générale semi-cylindrique.  
Chaque boîte 62 est soudée de manière étanche par son pourtour  
rectangulaire ouvert, avec le pourtour de l'une respective des  
5 plaques 41 pour faire communiquer tous les orifices de  
raccordement 38 situés d'un même côté de l'axe A avec un  
conduit de raccordement 63 pour l'entrée du premier fluide, et  
pour faire communiquer tous les orifices 38 situés de l'autre  
côté de l'axe A avec un conduit de raccordement 64 pour la  
10 sortie du premier fluide. Chaque conduit 63, 64 débouche dans  
la boîte de raccordement 62 respective et parvient à  
l'extérieur par une traversée étanche 66 de l'enceinte 61  
(figure 11) pour faire partie d'un premier circuit extérieur,  
pour le premier fluide d'échange.

15 Chaque boîte de raccordement 62 a une forme générale  
semi-cylindrique par rapport à laquelle la plaque 41  
correspondante s'étend sensiblement selon un plan axial.

Une boîte de raccordement extérieure 67, plus grande  
que les boîtes 62, est montée de manière à enfermer l'une des  
20 boîtes 62. La boîte 67 est fixée au bord supérieur de l'un des  
deux compartiments longitudinaux définis dans la gaine 49 par  
la cloison médiane 53 et l'une des moitiés du profil  
rectangulaire de la paroi périphérique 52. La boîte 67 fait  
communiquer ce compartiment de manière étanche avec un conduit  
25 de raccordement 68 qui débouche dans la boîte 67 pour l'arrivée  
du second fluide dans ce compartiment de la gaine en passant de  
part et d'autre de la boîte de raccordement 62 qui est entourée  
par la boîte 67. Le conduit 68 s'étend jusqu'à l'extérieur de  
l'enceinte 61 en passant par une traversée étanche 69 et fait  
30 ainsi partie d'un second circuit extérieur, pour le second  
fluide d'échange. L'autre compartiment défini dans la gaine 49  
par la cloison 53 est librement ouvert dans l'enceinte 61 qui  
sert de collecteur de retour pour le second fluide. L'enceinte  
61 est raccordée à cet effet avec l'extérieur par un raccord 71  
35 faisant également partie du second circuit extérieur. Chaque  
conduit de raccordement 63, 64, 68 est équipé d'un compensateur  
de dilatation respectif 72 pour absorber les variations

- 16 -

dimensionnelles entre la tête 19 du faisceau et la traversée étanche 66 ou 69 correspondante de l'enceinte. Le conduit de raccordement 64 traverse de manière étanche la boîte de raccordement 67 avec interposition d'un compensateur de dilatation 73 entre la boîte de raccordement 67 et un collier étanche 74 fixé autour du conduit 64. Tous les compensateurs de dilatation sont montés pour compenser les variations dimensionnelles selon la direction longitudinale des modules. Les deux extrémités de la configuration en U des modules sont rendues mécaniquement indépendantes l'une de l'autre pour les déplacements longitudinaux car en service, l'extrémité chaude où pénètre le fluide destiné à céder des calories et d'où sort le fluide ayant reçu les calories doit pouvoir se dilater beaucoup plus que l'extrémité froide.

En fonctionnement, le premier fluide d'échange pénètre dans l'une des chambres de répartition 26 de chaque module, par l'une des boîtes de raccordement 62, parcourt les canaux en U disposés fluidiquement en parallèle, se rassemble dans l'autre chambre de répartition 26 et quitte le faisceau par l'autre boîte de raccordement 62. Les chambres de raccordement 26 ont une forme triangulaire de sorte que leur section décroît depuis l'orifice de raccordement 38 jusque vers les canaux les plus centraux. Ceci a pour effet que le fluide est distribué à peu près équitablement entre les canaux 25 et que la vitesse d'écoulement du fluide est à peu près partout la même le long d'un module, d'un orifice de raccordement à l'autre. Le second fluide d'échange pénètre dans l'un des compartiments de la gaine en passant par la boîte de raccordement 67 de part et d'autre de la boîte de raccordement 62 correspondante et se répartit dans tous l'intervalle entre les modules voisins, grâce à la continuité dudit intervalle 48 (figure 8 et 9). Le deuxième fluide d'échange doit contourner l'extrémité arrière de la cloison 53, et doit par conséquent parcourir, à contre-courant par rapport au premier fluide, toute la longueur développée des canaux des modules. Les cales 44 (figure 7) évitent que le second fluide d'échange choisisse préférentiellement le trajet thermiquement peu efficace

- 17 -

s'étendant entre les zones plates 33a, 33d, 33g des modules voisins. Cet effet de freinage d'écoulement le long des zones plates peut être accru par différents éléments formant chicane comme par exemple des ressorts en forme de sinusoïde 76 interposés avec une certaine contrainte entre les zones planes 33a, 33d et 33g des modules (figure 7) ou encore des peignes 77 (figure 14) fixés contre les faces intérieures de la gaine adjacentes aux bords latéraux des modules. De tels peignes comprennent avantageusement une tôle formant semelle de fixation, dans laquelle sont formés par découpe et emboutissage des crevés 78 formant des saillies 79. Des fentes 81 définies entre les saillies 79 reçoivent et guident les parties planes extérieures 33a ou intérieures 33g des modules. Ces ressorts 76 et peignes 77 servent en même temps à immobiliser les modules à l'égard des déplacements transversaux à leur propre plan.

L'exemple représenté aux figures 15 à 19 ne sera décrit que pour ses différences par rapport au précédent. Dans ce mode de réalisation, les modules sont tous identiques et, dans l'empilement, les crêtes 47 des ondulations des faces extérieures des modules voisins sont en contact ou quasi-contact mutuel. Le trajet pour le second fluide d'échange est alors lui aussi constitué par des canaux presque complètement séparés les uns des autres. Pour que le second fluide d'échange puisse alimenter ces canaux 48, on fait en sorte pendant l'hydroformage qu'une région 82 (figure 16) des canaux, adjacente à la chambre de répartition 26 de part et d'autre de celle-ci, ait une épaisseur réduite, par exemple égale à l'épaisseur  $e$  de la chambre de répartition 26. Il suffit pour cela que le bossage 29 des matrices 31 et 32 ait une plus grande étendue correspondante que dans le mode de réalisation précédent. On obtient dans cette région les canaux aplatis 83 représentés à la figure 18. Ainsi, dans la région 82, les passages 48 sont reliés entre-eux par des intercommunications 84 (figure 19) et forment avec celles-ci, une chambre de répartition pour le deuxième fluide d'échange.

Dans l'exemple représenté aux figures 20 à 22, qui ne sera décrit que pour ses différences avec celui des figures 1 à

- 18 -

14, on réalise des modules sans chambre de répartition simplement en sectionnant l'ébauche 1 de la figure 1 selon la ligne 17. Toute la région des dômes 4 n'a servi qu'à l'hydroformage avant d'être éliminée. Ce sont donc les  
5 extrémités ouvertes des canaux longitudinaux qui forment l'orifice de raccordement du module à chaque extrémité de la configuration en U.

On assemble les modules en soudant entre leurs orifices de raccordement des barrettes de forme 86 qui constituent  
10 ensemble un fond sur lequel sera soudée la boîte de raccordement 62. Celle-ci est de plus grande dimension qu'à la figure 12 et ferme complètement le compartiment correspondant de la gaine 49. Les boîtes de raccordement 87 pour le second fluide d'échange sont fixées de manière à obturer une  
15 échancrure rectangulaire 88 formée au sommet de la gaine 49 dans chacune des deux parois de la gaine parallèles à la cloison 53. Les extrémités 89 des barrettes 86 forment avec les bords des modules interposés entre-elles une surface continue contre laquelle un bord correspondant 91 de la boîte de  
20 raccordement 87 peut-être soudé de manière étanche. A la figure 22, on a représenté deux boîtes de raccordement 87, mais l'une d'entre elles peut être omise si l'on utilise l'enceinte 61 comme collecteur comme il a été décrit en référence à la figure 12.

25 La figure 23 illustre une variante pour les barrettes 86 avec une lèvre de soudage 93 le long du bord de chaque tôle 2 adjacente. De manière non-représentée, les barrettes 86 doivent également présenter à chaque extrémité une lèvre transversale pour le soudage étanche du bord de la boîte de  
30 raccordement 62.

La figure 24 illustre un mode de réalisation dit à courants croisés, selon lequel le faisceau de modules est monté dans une gaine 95 qui est ouverte sur toute la surface adjacente aux bords longitudinaux extérieurs 14 des modules, de  
35 chaque côté du faisceau. Dans ce cas il n'y a pas de cloison séparant les deux branches du U, et il n'est donc pas non plus nécessaire de former l'entaille 36 entre les deux branches du

- 19 -

U. On obtient toutefois grâce à l'invention, même dans cette version certains avantages du contre-courant si le sens de circulation 94 du second fluide est tel que celui-ci passe d'abord entre les branches de U situées en aval relativement au sens de circulation du premier fluide, comme représenté. Cette réalisation nécessite que l'intervalle 48 réservé entre les modules pour le trajet du second fluide soit continu, par exemple comme représenté à la figure 9.

Le mode de réalisation de la figure 25 ne sera décrit que pour ses différences par rapport à celui des figures 20 à 22. Dans une certaine région 97 adjacente à leurs extrémités ouvertes formant orifice de raccordement, on a donné aux modules lors de leur hydroformage une épaisseur réduite de façon à former dans cette zone une chambre de répartition 96 pour le second fluide d'échange. Les modules sont tous identiques et les ondulations des modules voisins sont en contact crête à crête sauf dans la région d'épaisseur réduite 97. Le profil des barrettes 86 est adapté de manière correspondante.

Bien-entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés.

L'échangeur pourrait être conçu pour échanger de la chaleur entre plus de deux fluides. La zone du virage du U pourrait être configurée de manière différente. Il n'est pas nécessaire d'avoir une zone plane dans la région médiane du groupe de canaux.

Le mode de réalisation des figures 1 à 14 concerne plus particulièrement le cas où le premier fluide d'échange est essentiellement liquide tandis que le second fluide d'échange est au moins partiellement gazeux, nécessitant donc des sections de passage plus importantes, mais cela n'est pas une nécessité.

L'invention est applicable aux échangeurs où les deux fluides d'échange circulent dans le même sens le long de leurs trajets respectifs.

Dans la réalisation des figures 20 à 23 et 25, la structure de tête des modules avant la coupe destinée à faire

- 20 -

apparaître les deux orifices de raccordement de chaque module, ne sert qu'à la mise en œuvre de l'hydroformage. Elle n'a pas de fonction hydrodynamique, et ses exigences de résistance à la température et à la pression peuvent être moindres. Elle peut  
5 être simplifiée en conséquence, en particulier pour faciliter sa fabrication et économiser de la tôle.

On pourrait donner aux canaux d'un même module, des largeurs différentes d'un canal à l'autre.

Dans les réalisations représentées, les canaux 25  
10 débouchent à travers les côtés rectilignes des chambres de répartition 26. Mais ces côtés peuvent aussi être curvilignes, concaves ou convexes, par exemple mais non limitativement en forme de segment de cercle.

15

REVENDICATIONS

1- Module d'échange thermique et comprenant deux tôles (2) soudées selon des lignes de soudure (11, 13, 21) définissant entre elles un groupe de canaux (25) disposés côte à côte sensiblement dans un plan commun, destinés à être parcourus par un fluide d'échange en étant fluidiquement en parallèle les uns avec les autres entre deux orifices de raccordement (38) du module, caractérisé en ce que le groupe de canaux présente une configuration générale en U, qui relie l'un à l'autre lesdits orifices de raccordement (38) écartés latéralement l'un de l'autre.

2- Module d'échange thermique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux orifices de raccordement (38) sont disposés côte à côte à une même extrémité (19) du module (1).

3- Module d'échange thermique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les lignes de soudure sont des cordons (11, 13, 21) qui s'étendent selon un tracé continu en U.

4- Module d'échange thermique selon la revendication 3, caractérisé en ce que dans le virage du U les cordons de soudure forment des arcs de cercle concentriques (11 à 11g).

5- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les deux branches de la configuration en U du groupe de canaux sont séparées par une zone (33g) sans canaux.

6- Module d'échange thermique selon la revendication 5, caractérisé en ce que la zone sans canaux (33g) est au moins en partie constituée par des parties planes soudées des tôles.

7- Module d'échange thermique selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que la zone sans canaux (33g) comporte une entaille (36) formée dans les deux tôles (2) entre les deux branches de la configuration en U des canaux, à partir d'un bord (16) de chaque tôle (2) situé entre les deux extrémités du U.

8- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend entre

- 22 -

certaines canaux (25), et/ou le long du pourtour extérieur de la configuration en U, une zone de raidissement (33a, 33d) constituée par des régions plates mutuellement adjacentes des deux tôles.

5           9- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que dans chaque branche de la configuration en U les canaux sont rectilignes et parallèles jusqu'à leurs extrémités qui constituent ensemble, à l'extrémité de chaque branche, l'un respectif des orifices de  
10 raccordement (figures 20 à 23 et 25).

          10- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 1 à 8, comprenant au moins une chambre de répartition (26) faisant communiquer une première des deux extrémités des canaux avec l'un respectif des deux orifices de  
15 raccordement (38) du module (1).

          11- Module d'échange thermique selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'à partir d'une région longitudinale les canaux présentent jusqu'à leur première extrémité respective une région convergente (21ac, 21cg) qui s'incurve  
20 vers la chambre de répartition (26).

          12- Module d'échange thermique selon la revendication 11, caractérisé en ce que la chambre de répartition (26) est sensiblement symétrique par rapport à un axe longitudinal (B) du groupe de canaux, axe de chaque côté duquel les régions  
25 convergentes des canaux s'incurvent dans une même direction respective.

          13- Module d'échange thermique selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les régions convergentes suivent un tracé en forme de segment de cercle, ayant de préférence  
30 sensiblement même centre (18).

          14- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que le pas de succession des canaux reste sensiblement constant le long des régions convergentes, et sensiblement égal au pas de succession  
35 des régions longitudinales des canaux (25).

          15- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 10 à 14, caractérisé en ce que la région



- 23 -

convergente (21ac, 21cg) de chaque canal (25) suit un tracé sensiblement situé dans le prolongement curviligne de la région convergente d'un canal disposé symétriquement dans le groupe de canaux.

5           16- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 10 à 14, caractérisé en ce qu'aux extrémités des canaux, des cordons de soudure continus séparant les canaux adjacents sont suivis par un bouton de soudure (27) à faible distance (28) au-delà de chaque cordon (21).

10           17- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 10 à 16, caractérisé en ce qu'à l'intérieur de son contour la chambre de répartition (26) ne possède pas de liaison soudée entre les deux tôles.

15           18- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 10 à 17, caractérisé en ce que la chambre de répartition (26) a une forme générale triangulaire avec sur l'axe longitudinal (B) du groupe de canaux, un sommet dont l'angle (C) est de préférence égal à environ 45°, opposé à l'orifice de raccordement (38) traversant la base de la chambre  
20 (26).

19- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 10 à 18, caractérisé en ce que les régions convergentes des canaux débouchent à travers deux côtés de la chambre de répartition (26) qui convergent l'un vers l'autre en allant de l'orifice de raccordement (38) vers une extrémité de la chambre opposée à l'orifice de raccordement (38).  
25

20- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 10 à 19, caractérisé en ce que les régions convergentes des canaux débouchent à peu près  
30 perpendiculairement à travers deux côtés de la chambre de répartition (26).

21- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 10 à 20, caractérisé en ce qu'il comprend deux cordons de soudure (22a, 22g) s'étendant chacun autour d'une  
35 partie de la périphérie de la chambre de répartition (26) entre un cordon de soudure extrême respectif (21a, 21g) du groupe de

- 24 -

canaux et une extrémité respective de l'orifice de raccordement (38).

22- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 10 à 21, caractérisé en ce qu'à son extrémité opposée à l'orifice de raccordement (38), la chambre de répartition (26) est fermée par un cordon de soudure (21c) raccordant l'un à l'autre deux cordons de soudure (13c, 13e) bordant un intervalle entre deux canaux centraux du groupe de canaux.

23- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 10 à 22, caractérisé en ce que dans le sens de l'épaisseur du module, la chambre de répartition présente une dimension (e) plus petite que celle (E) des canaux.

24- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 10 à 23, caractérisé en ce qu'il y a un orifice de raccordement (38), une chambre de répartition (26) et une région convergente (21ac, 21cg) des canaux (25) à chacune des deux extrémités du groupe de canaux.

25- Module d'échange thermique selon l'une des revendications 1 à 24, caractérisé en ce que dans le sens de l'épaisseur du module les canaux ont une dimension réduite dans une zone (82, 97) adjacente à l'extrémité des canaux.

26- Echangeur de chaleur, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un empilement de modules d'échange thermique (1) selon l'une des revendications 1 à 25, installés dans une gaine (49) de façon que les extrémités de configuration en U soient dirigées d'un même côté de l'empilement, les modules définissant entre eux à l'intérieur de la gaine des passages (48) pour un deuxième fluide d'échange;

- des premiers moyens de raccordement (62, 63, 64) pour raccorder les orifices de raccordement (38) des modules avec un premier circuit extérieur;

- des seconds moyens de raccordement (67, 68, 71) pour raccorder lesdits passages (48) avec un second circuit extérieur.

- 25 -

27- Echangeur de chaleur selon la revendication 26, caractérisé en ce que les crêtes (47) des ondulations des faces extérieures adjacentes des modules voisins sont mutuellement en regard.

5           28- Echangeur de chaleur selon la revendication 27, caractérisé en ce que pour chaque paire de faces extérieures adjacentes des modules voisins, les crêtes d'ondulation (47) de chaque face de la paire sont sensiblement en regard des creux d'ondulation de l'autre face de la paire.

10           29- Echangeur de chaleur selon la revendication 28, caractérisé en ce qu'il comprend deux types de module (101, 102) qui diffèrent par un décalage d'un demi-pas des régions longitudinales des canaux par rapport à l'axe central (A) du U, et en ce que les modules d'un type alternent avec les modules  
15 de l'autre type dans l'empilement de modules.

30- Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 26 à 29, caractérisé en ce que la gaine (49) contient des moyens (44, 76, 77) de positionnement des modules à l'égard des déplacements perpendiculaires au plan des modules.

20           31- Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 26 à 30, caractérisé en ce que les premiers moyens de raccordement comprennent une boîte de raccordement (62) comprenant :

25           - un fond (41) à travers lequel les orifices (38) des modules débouchent de manière étanche;

          - un corps auquel se raccorde un conduit (63, 64) de liaison avec le premier circuit extérieur.

30           32- Echangeur de chaleur selon la revendication 31, caractérisé en ce que les seconds moyens de raccordement comprennent une seconde boîte de raccordement (67) qui :

          - se raccorde à la gaine (49);

          - renferme la boîte (62) des premiers moyens de raccordement,

35           - est traversée de manière étanche par le conduit de liaison (64) des premiers moyens de raccordement

          - et à laquelle un second conduit de raccordement (68) est raccordé de manière étanche.

- 26 -

33- Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 26 à 31, caractérisé en ce que les seconds moyens de raccordement font communiquer le second circuit extérieur avec des zones de répartition (84) s'étendant au moins pour partie  
5 entre des zones à épaisseur réduite (82, 97) des canaux.

34- Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 26 à 33, caractérisé en ce que les premiers et les seconds moyens de raccordement sont rassemblés à une extrémité de l'échangeur correspondant aux deux extrémités du U.

10 35- Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 26 à 33, caractérisé en ce que les premiers moyens de raccordement (62) sont disposés à une même extrémité de l'échangeur, tout en étant mutuellement écartés d'une extrémité à l'autre du U, de façon à assurer un découplage thermique.

15 36- Echangeur de chaleur selon la revendication 34 ou 35, caractérisé en ce que ladite extrémité est une extrémité inférieure.

20 37- Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 26 à 36, caractérisé par un évidement (36) séparant les deux branches longitudinales de la configuration en U des canaux des modules.

38- Echangeur de chaleur selon la revendication 37, caractérisé en ce que la gaine (49) comprend une cloison (53) s'étendant à travers les évidements (36) des modules.

25 39- Echangeur de chaleur selon la revendication 37 ou 38, caractérisé en ce que les premiers moyens de raccordement sont montés d'une manière mécaniquement découplée pour permettre une dilatation différente des deux branches du U dans le sens de la longueur desdites branches.

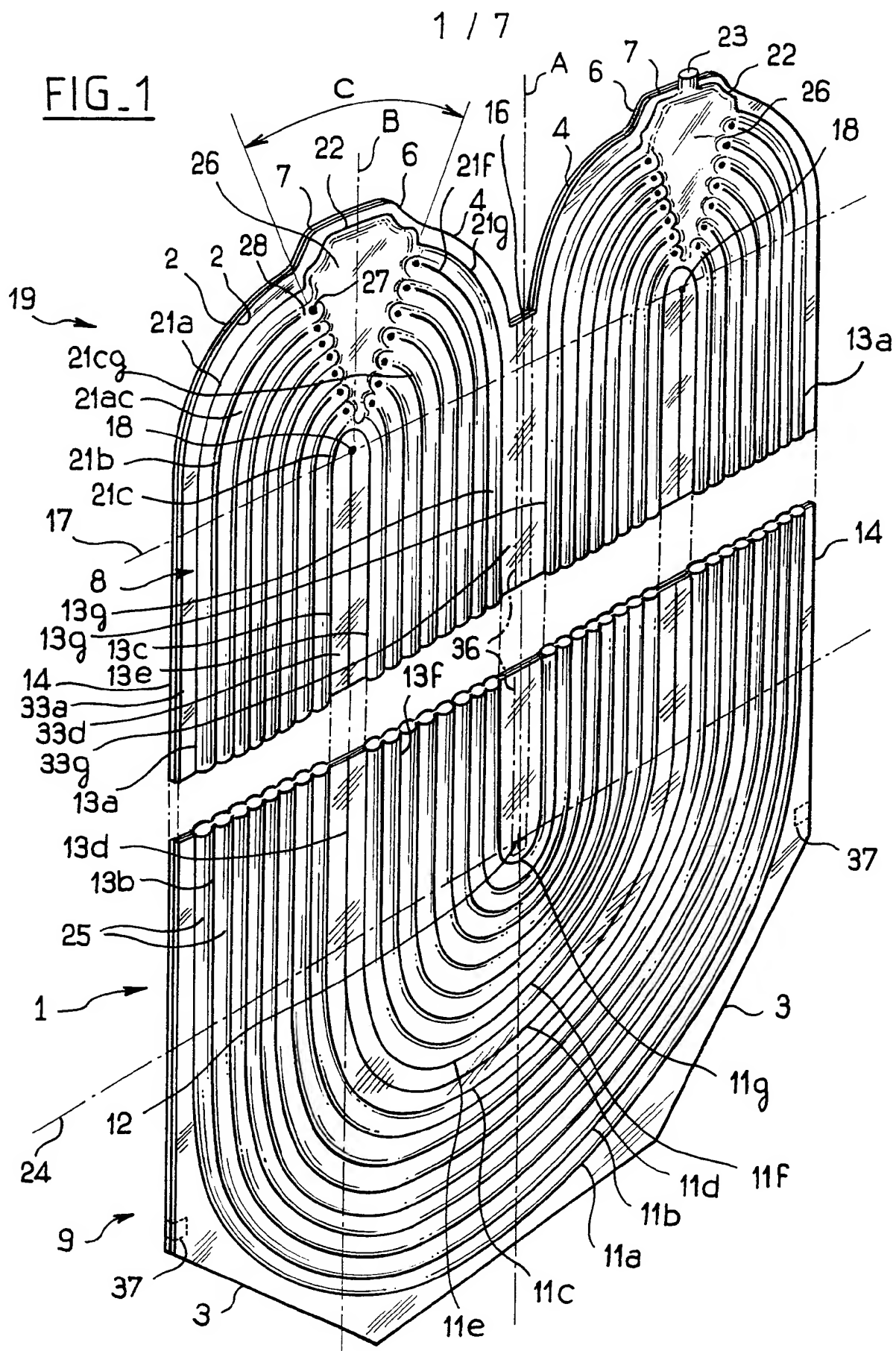
30 40- Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 26 à 39, caractérisé en ce qu'à son extrémité opposée aux moyens de raccordement la gaine est fermée par un carter (56) coiffant le virage de la configuration en U des canaux des modules.

35 41- Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 26 à 40, caractérisé en ce que dans la gaine les modules sont séparés par des moyens de calage (44, 76, 79) le long du

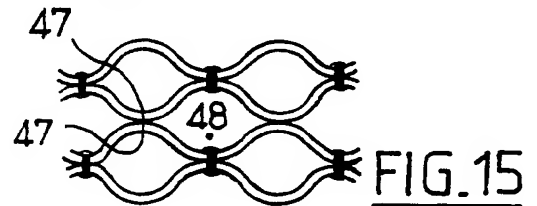
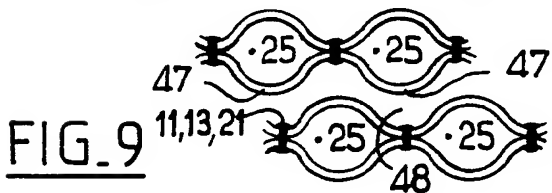
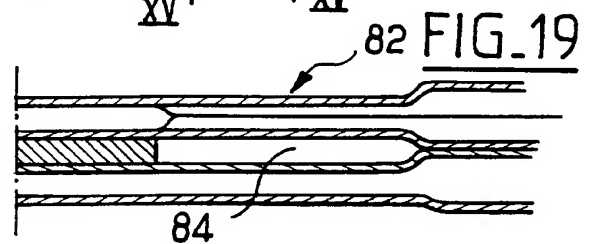
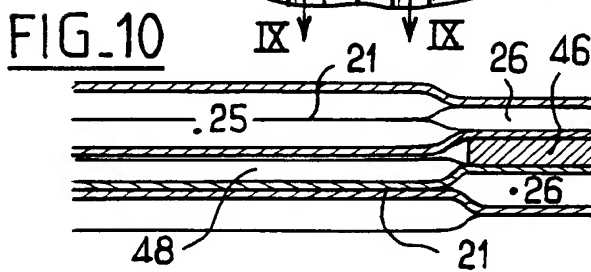
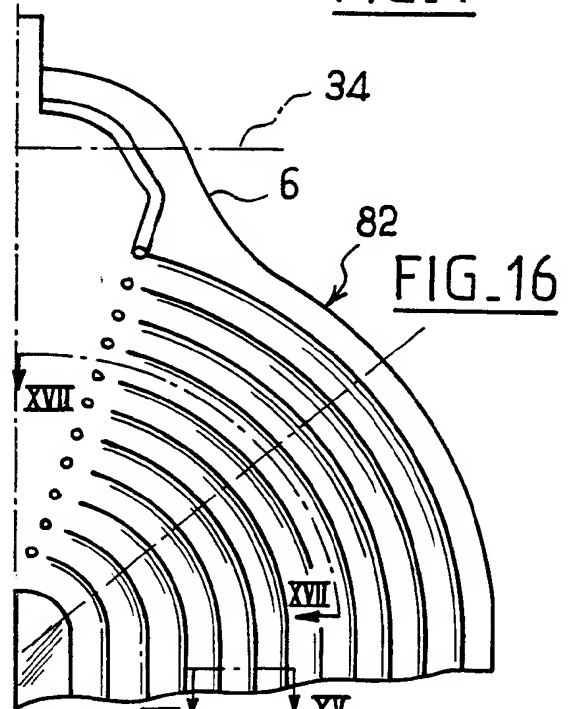
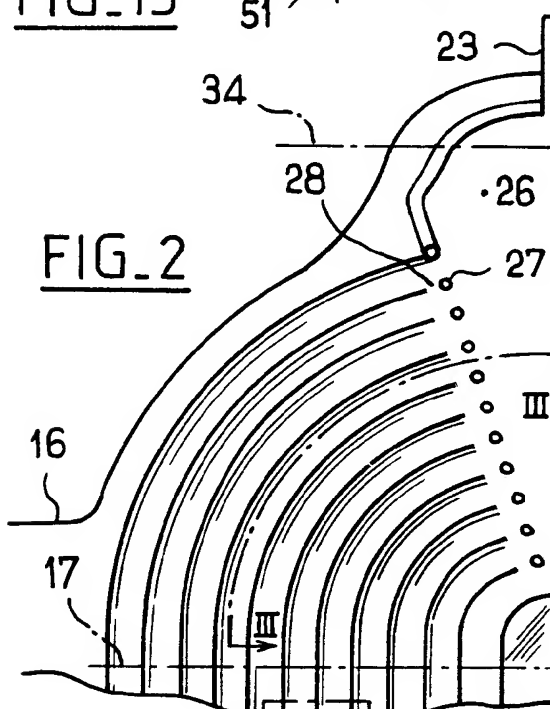
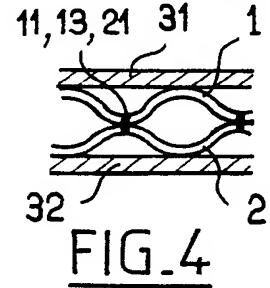
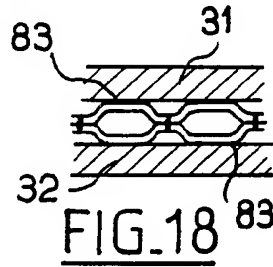
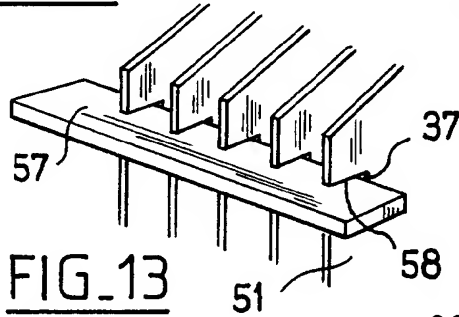
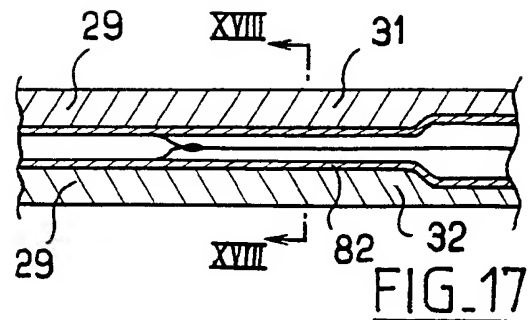
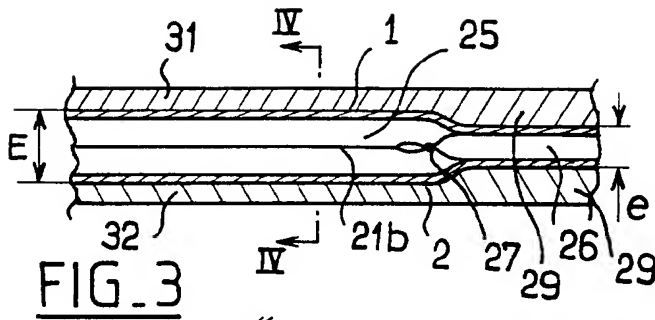
- 27 -

pourtour extérieur et/ou du pourtour intérieur de la configuration en U du groupe de canaux de chaque module.

42- Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 26 à 41, équipé de modules conformes à l'une des revendications 5 10 à 25, comprenant des moyens de soutien et de calage (46) entre les chambres de répartition (26) des modules successifs.



2 / 7



3 / 7

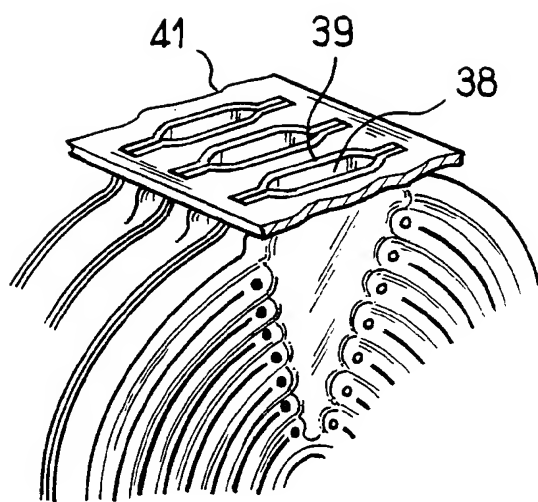


FIG. 6

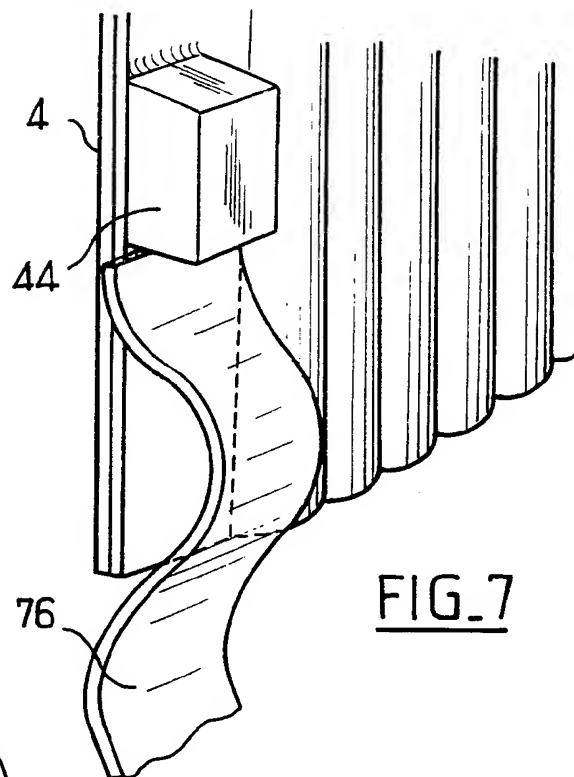


FIG. 7

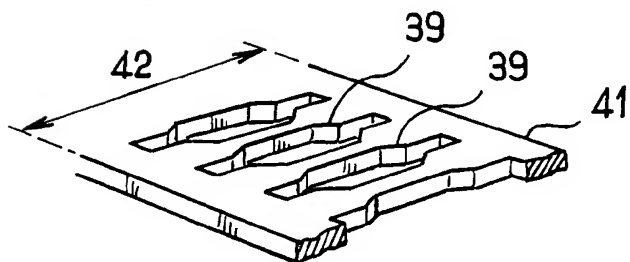
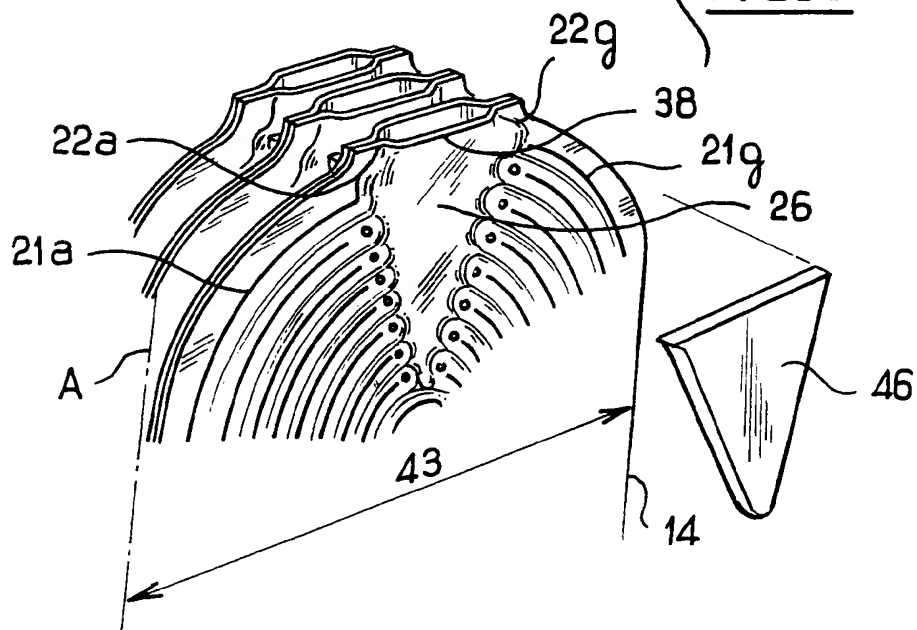


FIG. 5





4 / 7

FIG. 8

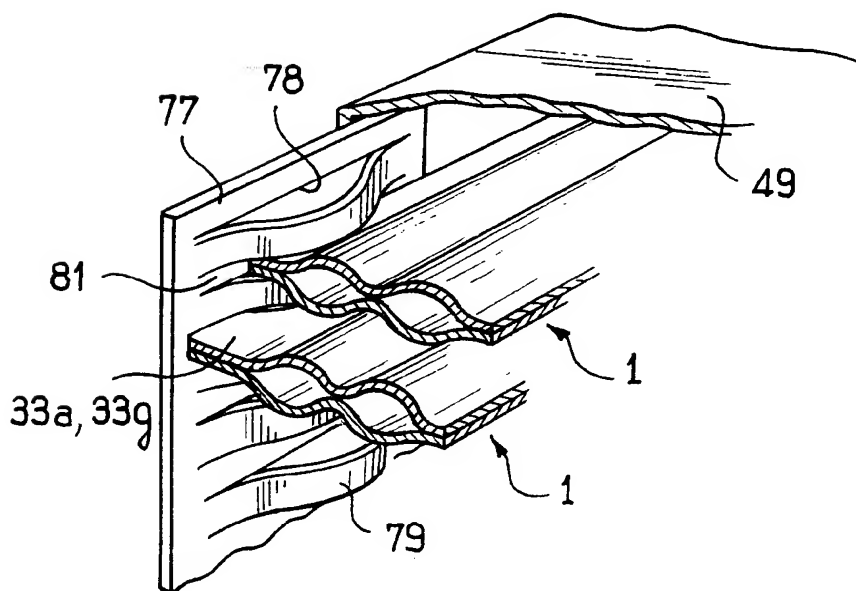
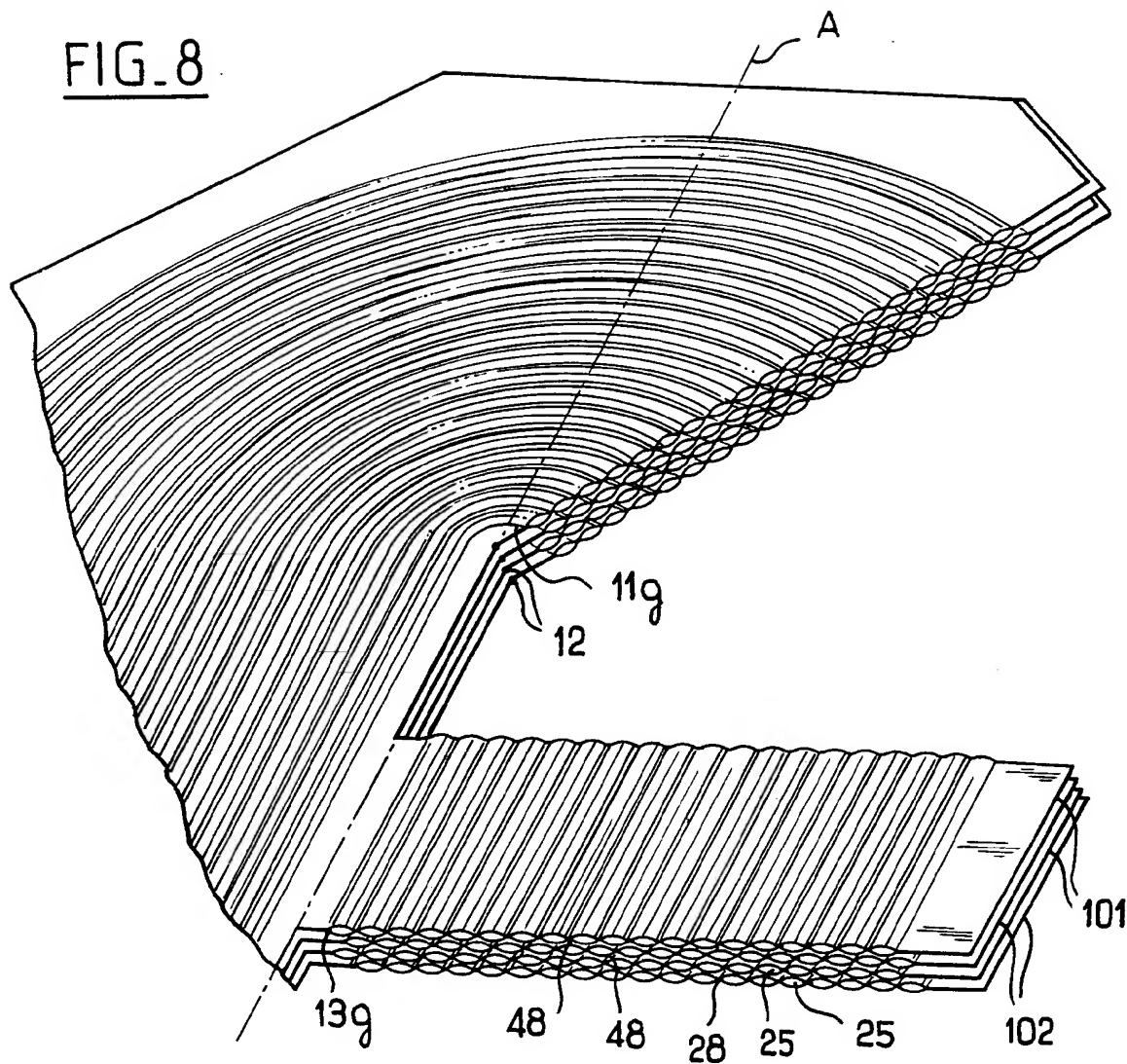
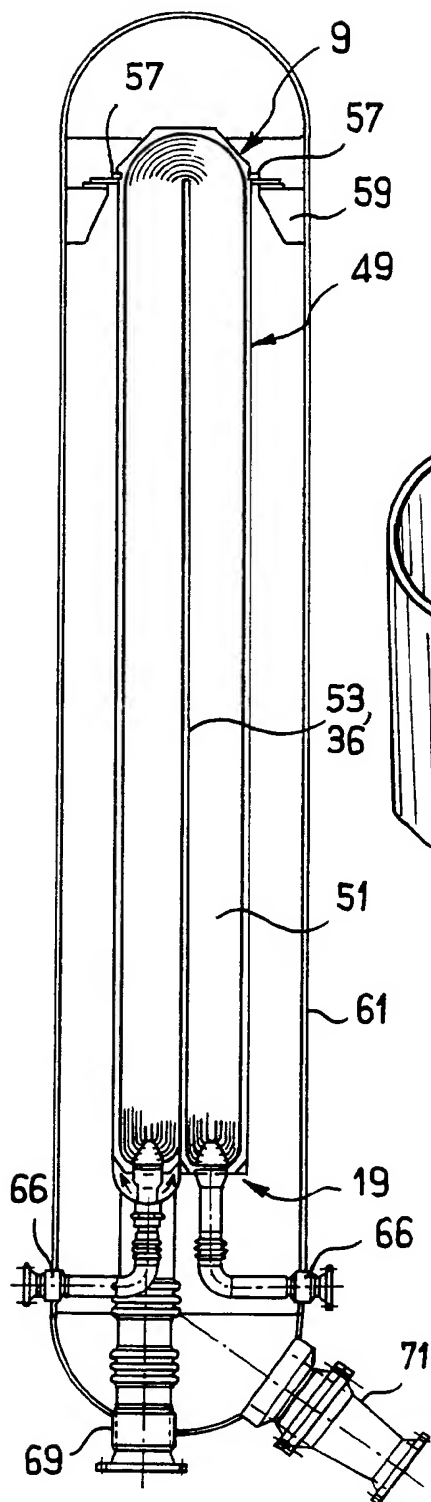
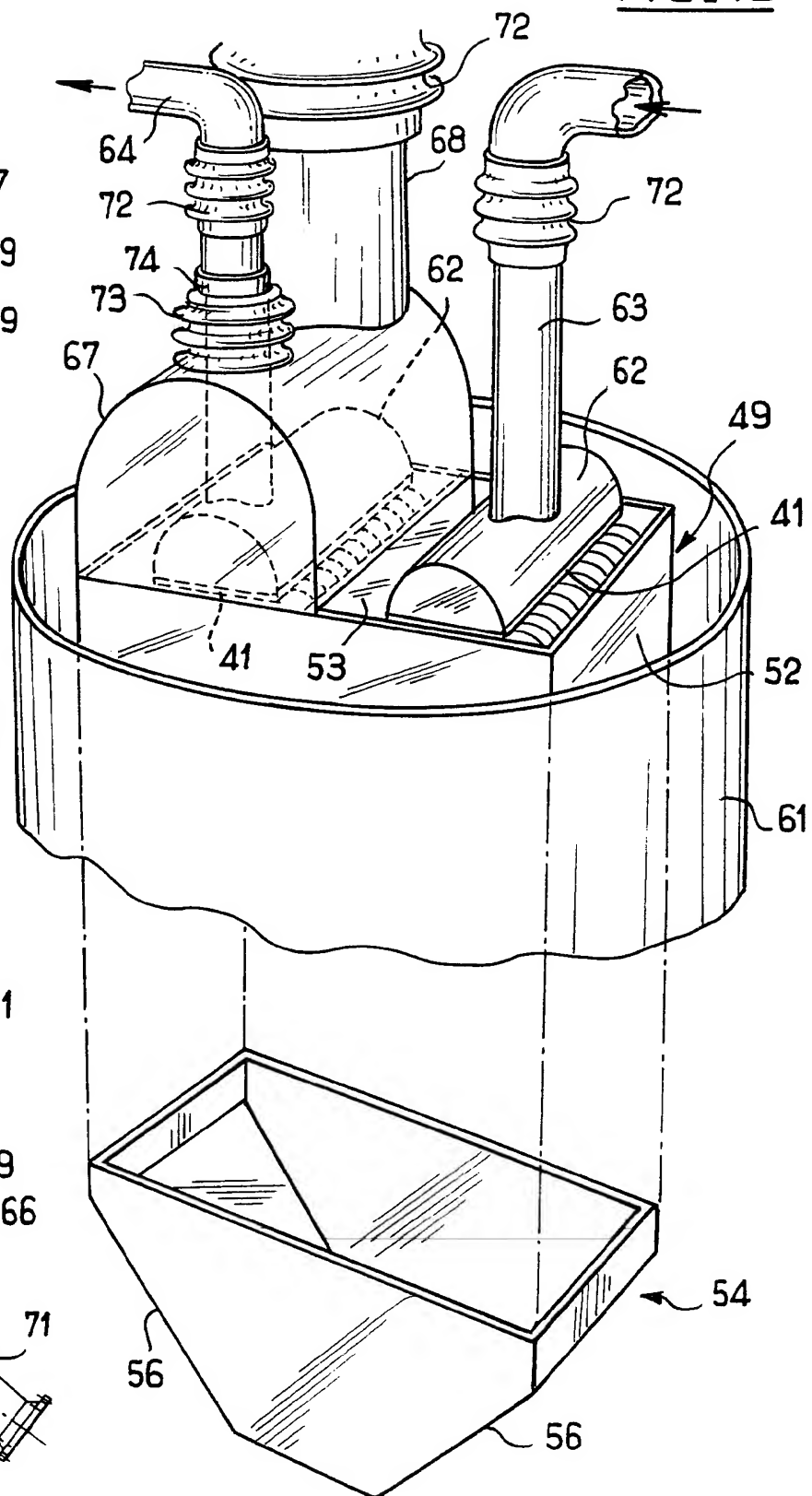


FIG. 14

FIG. 11



FIG\_12



6 / 7

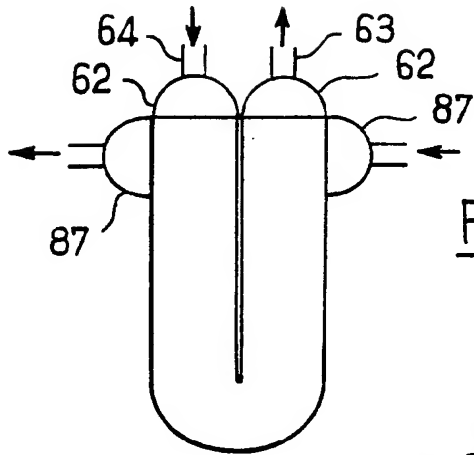


FIG. 22

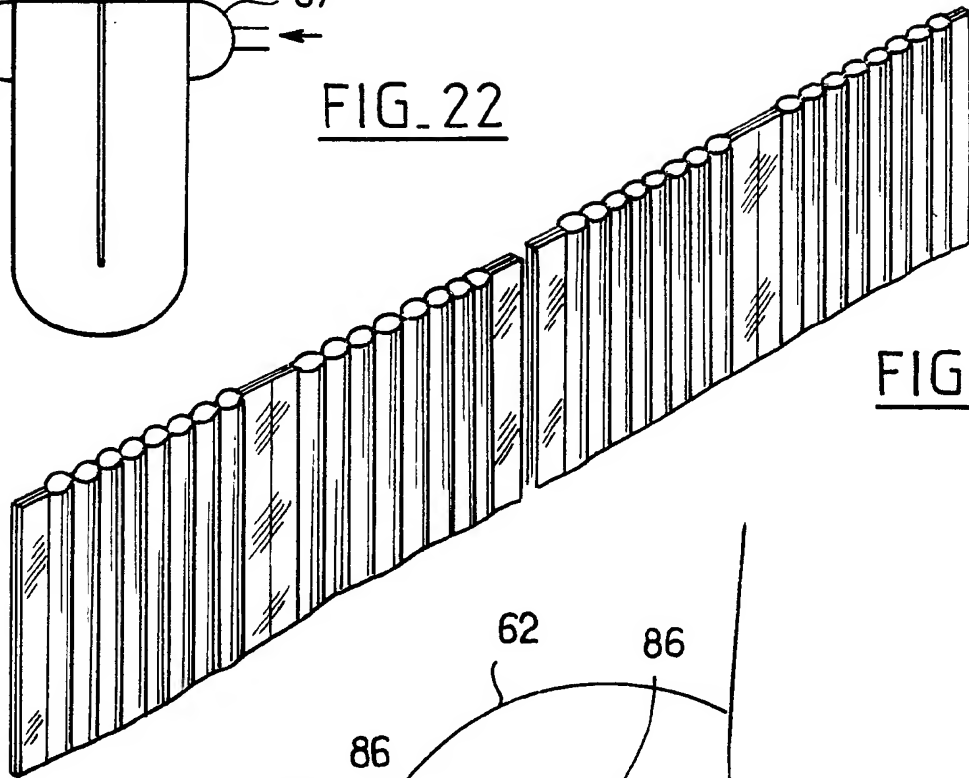


FIG. 20

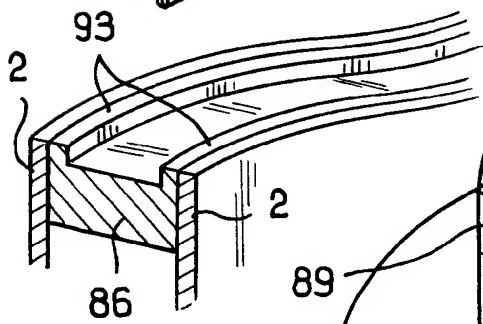


FIG. 23

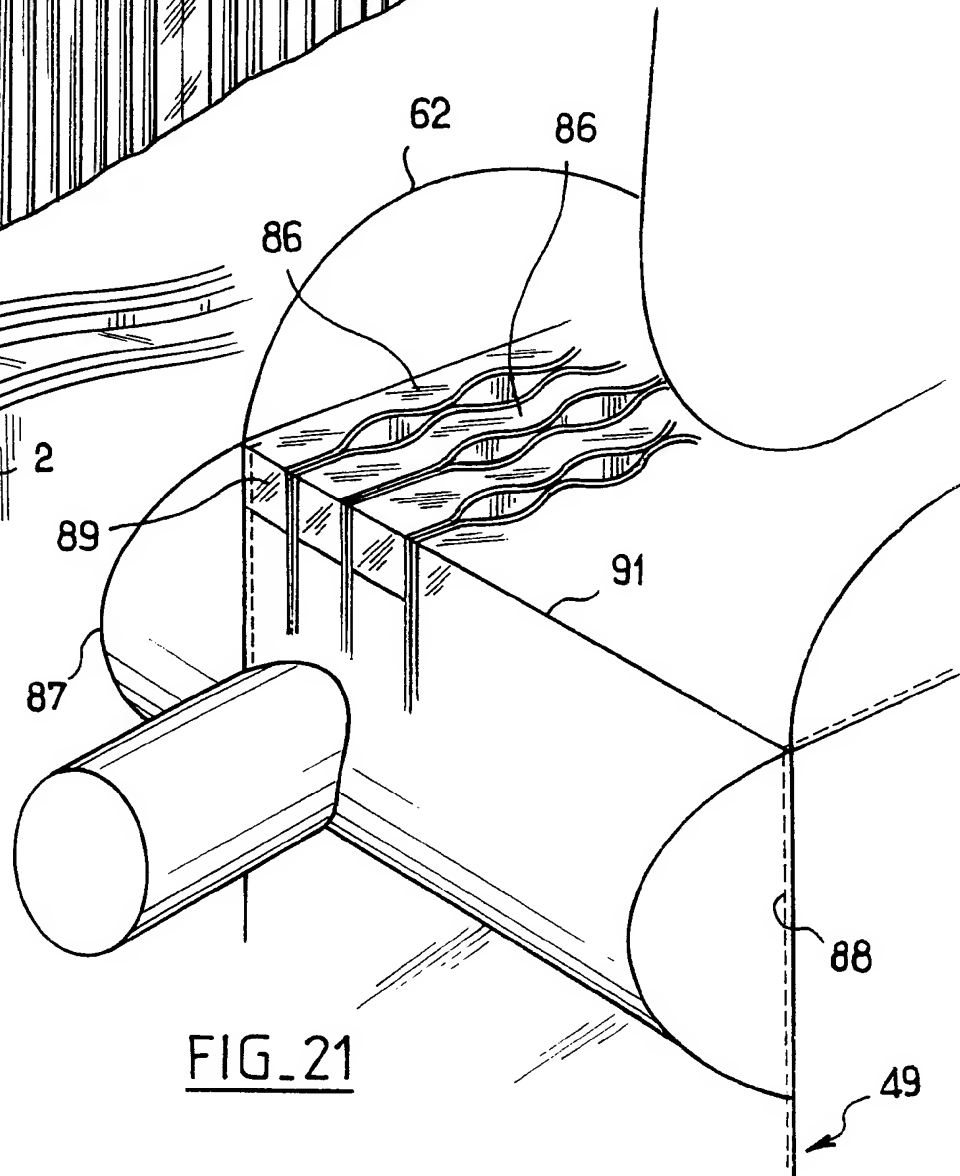
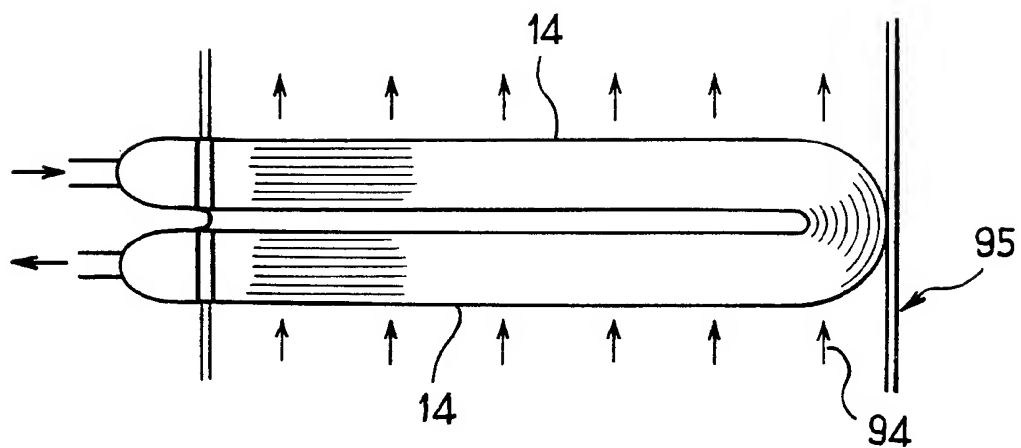
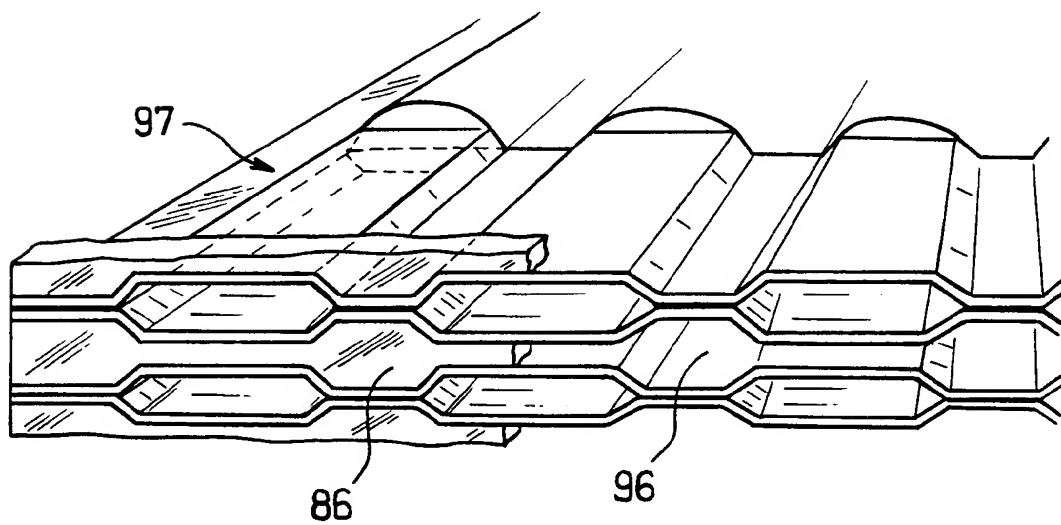


FIG. 21

7 / 7

FIG. 24FIG. 25

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 00/02153

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F28D9/00 F28F3/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F28D F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 196 39 115 A (BEHR GMBH & CO) 26 March 1998 (1998-03-26) column 2, line 58 -column 4, line 64; figure 3	1-3
Y		8,10,16, 26,31,32
Y	FR 2 754 595 A (ZIEHMANN SECATHEN S.A. ET AL) 17 April 1998 (1998-04-17) cited in the application page 11, line 14 -page 21, line 3; figures 1-12 & WO 98 16786 A (ZIEHMANN-SECATHEN) 23 April 1998 (1998-04-23) --- -/--	8,10,16, 26,31,32



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 November 2000

Date of mailing of the international search report

21/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beltzung, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 00/02153

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1 286 446 A (BURMESTER & CO) 23 August 1972 (1972-08-23) page 2, line 46 - line 96; figures 1-13	1-3, 8, 9
Y		10-12, 20, 24
Y	FR 589 212 A (LAMBLIN) page 1, line 1 - page 3, line 17; figures 1, 3, 6	10-12, 20, 24
A	WO 97 21062 A (URCH) 12 June 1997 (1997-06-12) page 4, line 14 - page 8, line 21; figures 1-6	1-10
A	EP 0 289 915 A (INDUSTRIE ZANUSSI S.P.A.) 9 November 1988 (1988-11-09) column 2, line 32 - column 4, line 12; figures 1-4	1-3
A	DE 24 50 739 A (AUTOKÜHLER-GMBH) 29 April 1976 (1976-04-29) page 5, line 24 - page 6, line 14; figures 2, 3	1-7
A	DE 44 26 097 A (KLÖCKNER STAHL GMBH) 25 January 1996 (1996-01-25)	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/02153

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19639115 A	26-03-1998	NONE	
FR 2754595 A	17-04-1998	AU 4627997 A EP 1012522 A WO 9816786 A	11-05-1998 28-06-2000 23-04-1998
GB 1286446 A	23-08-1972	NONE	
FR 589212 A		GB 228111 A	
WO 9721062 A	12-06-1997	AU 705547 B AU 7555796 A CA 2239688 A CN 1207806 A EP 0865598 A JP 2000501169 T US 6098706 A	27-05-1999 27-06-1997 12-06-1997 10-02-1999 23-09-1998 02-02-2000 08-08-2000
EP 289915 A	09-11-1988	IT 1210380 B	14-09-1989
DE 2450739 A	29-04-1976	NONE	
DE 4426097 A	25-01-1996	EP 0694352 A	31-01-1996

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demar internationale No  
PCT/FR 00/02153

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 F28D9/00 F28F3/14

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou a la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F28D F28F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porte la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EP0-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 196 39 115 A (BEHR GMBH & CO) 26 mars 1998 (1998-03-26) colonne 2, ligne 58 -colonne 4, ligne 64; figure 3	1-3
Y		8,10,16, 26,31,32
Y	FR 2 754 595 A (ZIEHMANN SECATHEN S.A. ET AL) 17 avril 1998 (1998-04-17) cité dans la demande page 11, ligne 14 -page 21, ligne 3; figures 1-12 & WO 98 16786 A (ZIEHMANN-SECATHEN) 23 avril 1998 (1998-04-23) --- -/--	8,10,16, 26,31,32

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 novembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/11/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Beltzung, F



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Deman internationale No

PCT/FR 00/02153

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cites, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	GB 1 286 446 A (BURMESTER & CO) 23 août 1972 (1972-08-23) page 2, ligne 46 - ligne 96; figures 1-13	1-3, 8, 9
Y	---	10-12, 20, 24
Y	FR 589 212 A (LAMBLIN)  page 1, ligne 1 -page 3, ligne 17; figures 1, 3, 6	10-12, 20, 24
A	---	1-10
A	WO 97 21062 A (URCH) 12 juin 1997 (1997-06-12) page 4, ligne 14 -page 8, ligne 21; figures 1-6	1-3
A	---	1-7
A	DE 24 50 739 A (AUTOKÜHLER-GMBH) 29 avril 1976 (1976-04-29) page 5, ligne 24 -page 6, ligne 14; figures 2, 3	
A	---	
A	DE 44 26 097 A (KLÖCKNER STAHL GMBH) 25 janvier 1996 (1996-01-25) -----	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demar internationale No

PCT/FR 00/02153

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19639115 A	26-03-1998	AUCUN	
FR 2754595 A	17-04-1998	AU 4627997 A EP 1012522 A WO 9816786 A	11-05-1998 28-06-2000 23-04-1998
GB 1286446 A	23-08-1972	AUCUN	
FR 589212 A		GB 228111 A	
WO 9721062 A	12-06-1997	AU 705547 B AU 7555796 A CA 2239688 A CN 1207806 A EP 0865598 A JP 2000501169 T US 6098706 A	27-05-1999 27-06-1997 12-06-1997 10-02-1999 23-09-1998 02-02-2000 08-08-2000
EP 289915 A	09-11-1988	IT 1210380 B	14-09-1989
DE 2450739 A	29-04-1976	AUCUN	
DE 4426097 A	25-01-1996	EP 0694352 A	31-01-1996